

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-316413  
 (43)Date of publication of application : 26.11.1993

(51)Int.Cl. H04N 5/235  
 H04N 5/335

(21)Application number : 04-146404  
 (22)Date of filing : 12.05.1992

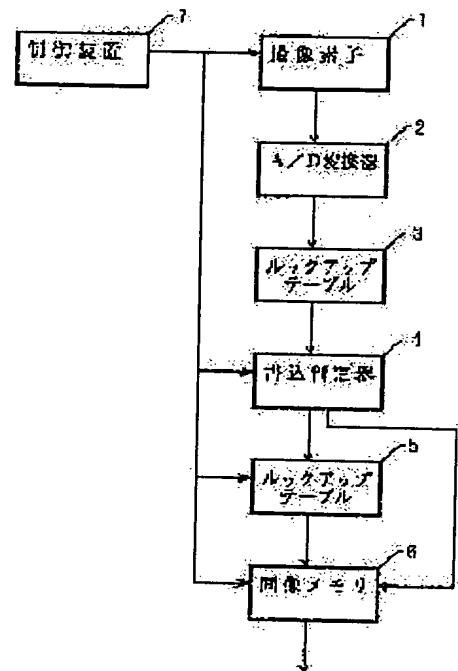
(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC  
 (72)Inventor : YAMADA KEIICHI  
 NAKANO TOMOAKI  
 YAMAMOTO ARATA

## (54) IMAGE PICKUP DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To expand the dynamic range of the image pickup of an image by making an image memory minimum by picking up image by continuously dividing the dynamic range of the brightness value of an image to be determined in order of the increase of the brightness value.

**CONSTITUTION:** A loopup table 3 inputs digital signal data to be outputted from an A/D converter 2 and outputs signal data after non-linearity is corrected. A write decision device 4 receives the signal data to be outputted by the lookup table 3 and decides whether the signal data of each picture element is written in an image memory 6 or not. When it decides to write, a write pulse is generated and the data is made to be written in the image memory 6 via a lookup table 5. The lookup table 5 outputs the result which the inputted signal data is multiplied by the magnification based on the exposure value at the time of the image pickup to be fixed by the signal from a control device 7.



1/1 ページ

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An imaging device comprising:

An image sensor which picturizes an object.

An A/D converter which samples a video signal which said image sensor outputs for every pixel, and is changed into a digital value.

A light exposure control means which controls a light exposure of said image sensor to at least two steps.

An imaging control means which controls an image memory, and said light exposure control means and said image sensor for memorizing a lightness value on an image face corresponding to a pixel, and picturizes said object one by one with a light exposure set up gradually, Each division range produced by dividing a dynamic range of said lightness value continuously in order of the increase in a lightness value is made to correspond in order of reduction of each of said light exposure, A range setting-out means to set up said division range or an output range of an image sensor corresponding to the division range for said every light exposure, A conversion method which changes said output value of an A/D converter into a value in a division range corresponding to a light exposure by using a light exposure as a scale factor at the time of the image pick-up at the time of an image pick-up, A range judging means which judges whether a conversion value outputted from an output value outputted for every pixel from said A/D converter or said conversion method exists in an output range or a division range corresponding to a light exposure at the time of an image pick-up, A storage control means which memorizes a conversion value obtained by said conversion method in said image memory to an address corresponding to output picture elements for the conversion value only when a decision result of said range judging means is affirmed.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to imaging devices to which the dynamic range of the image sensor was made to extend, such as a video camera and an electronic camera.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally the dynamic range of an image sensor becomes settled in the ratio of the noise level of an output signal, and a saturation level. When the dynamic range of the brightness for an image pick-up is large compared with the dynamic range of the output of an image sensor, it is necessary to adjust the light exposure of an image sensor. In this case, a picture with a dynamic range larger than the dynamic range of the output of an image sensor can be acquired by, forming a means to adjust light exposures, such as illumination intensity, the amount of diaphragms, shutter speed, and transmission quantity of a filter, for example, changing a light exposure to a multi stage story, and picturizing it.

[0003] There is the method of changing exposure parameters to a three-stage and picturizing them as conventional technology which realizes this, for example. Namely, picturize by the 1st exposure parameters and the 1st picture acquired by this image pick-up is memorized to the 1st image memory, Next, picturize by the 2nd exposure parameters and the 2nd picture acquired by this image pick-up is memorized to the 2nd image memory, Next, it picturizes by the 3rd exposure parameters and a wide dynamic range image is generated by combining the 1st picture and the 2nd picture which are memorized by the 3rd picture and the 1st image memory, and the 2nd image memory which were obtained by this image pick-up.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in this conventional technology, since it is necessary to memorize the picture picturized by different exposure parameters, the image memory of an individual (kind-1 of exposure parameters) is needed. Therefore, there was a problem that a device became large. Since it is a method with which one wide dynamic range image is obtained in the above-mentioned method whenever the image pick-up of 1 set of exposure parameters is completed (when the image pick-up by three sorts of exposure parameters is completed in the above-mentioned example), When it applied to the image pick-up of a movable matter object, there was a problem that it was difficult to obtain the wide dynamic range image of a video rate required to reproduce a smooth motion.

[0005]

[Means for Solving the Problem] Composition of an invention for solving an aforementioned problem An image sensor and an A/D converter, A light exposure control means which controls a light exposure of an image sensor to at least two steps, An imaging control means which controls an image memory, and a light exposure control means and an image sensor for memorizing a lightness value on an image face corresponding to a pixel, and picturizes an object one by one with a light exposure set up gradually, Each division range produced by dividing a dynamic range of a lightness value continuously in order of the increase in a lightness value is made to correspond in order of reduction of each light exposure, A range setting-out means to set up a division range or an output range of an image sensor corresponding to the division range for every light exposure, A conversion method which changes an output value of an A/D converter into a value in a division range corresponding to a light exposure by using a light exposure as a scale factor at the time of the image pick-up at the time of an image pick-up, A range judging means which judges whether a conversion value outputted from an output value outputted for every pixel from an A/D converter or a conversion method exists in an output range or a division range corresponding to a light

exposure at the time of an image pick-up, Only when a decision result of a range judging means is affirmed, it is having established a storage control means which memorizes a conversion value obtained by a conversion method in an image memory to an address corresponding to output picture elements for the conversion value.

[0006]

[Function]As shown in drawing 3, the dynamic range (extended dynamic range) of the lightness value of a picture for which it asks is continuously divided in order of the increase in a lightness value, and each division range is obtained. Hereafter, it is called the 1st division range, the 2nd division range, and -- in this order. Each of this division range corresponds in order of reduction in a light exposure in order of the increase in a lightness value. Hereafter, a light exposure is called the 1st light exposure, the 2nd light exposure, and -- in order of reduction. That is, the 1st division range, the 2nd division range, and the lightness value of -- are calculated from the 1st light exposure, the 2nd light exposure, and the image pick in --, respectively.

[0007]On the other hand, as shown in drawing 3, the output range of an image sensor exists corresponding to the 1st division range, the 2nd division range, and --. Hereafter, it is called the 1st output range, the 2nd output range, and -- in this order. The correspondence relation between a division range and an output range can be set as the following relation as an example. More than the noise level (the minimum output signal level from which S/N to need is obtained) of an image sensor can use the 1st output range as a saturation level (upper limit of the range with linearity distinguishable from the state where it was saturated thoroughly). The value which performed conversion to a reference light exposure from the 1st light exposure is equivalent to the value of the 1st division range in the value of this 1st output range. Thus, the 1st division range is determined. The value which performed conversion to a reference light exposure from the 2nd light exposure corresponds the maximum (generally saturation level) of the 2nd output range to the maximum of the 2nd division range, and the 2nd division range is set up so that the minimum of the 2nd division range may become equal to the maximum of the 1st division range. The minimum of the 2nd output range makes the minimum of the 2nd division range the value changed into the 2nd light exposure from the reference light exposure.

[0008]Each output range of an image sensor, each division range, and a correspondence relation with each light exposure can be set as the above relation. As especially shown in drawing 8, each light exposure can be set up and each division range can also be set to each of that light exposure from the communalized output range communalize each output range from a noise level to the total range of a saturation level. That is, the 2nd light exposure, the 3rd light exposure, and -- can be determined that the 2nd division range, the 3rd division range, and the value of -- for which the minimum was changed into the 2nd light exposure, the 3rd light exposure, and -- from the reference light exposure will serve as a noise level of an output range, and each division range can be determined.

[0009]Like the 1st light exposure, the 2nd light exposure, the -- n-th light exposure, the 1st light exposure, and --, each light exposure changes periodically one by one, and is picturized by the imaging control means corresponding to each light exposure. An image pick-up order hopes that it is not periodic. The output value outputted one by one for every pixel from an A/D converter is changed into a reference light exposure from a light exposure at the time of an image pick-up. This changed value is hereafter called conversion value.

[0010]When it picturizes with the 1st light exposure, the output value or conversion value outputted one by one for every pixel from an A/D converter exists in the 1st output range or the 1st division range, or no is judged. Similarly, when it picturizes with the 2nd light exposure, the output value or conversion value outputted one by one for every pixel from an A/D converter exists in the 2nd output range or the 2nd division range, or no is judged. And a conversion value is memorized by the image memory of the address corresponding to output picture elements only when a decision result is affirmative. That is, when it picturizes with the 1st light exposure, in an image memory, only the lightness value of the pixel which has a lightness value of the 1st division range is rewritten. Similarly, when it picturizes with the 2nd light exposure, in an image memory, only the lightness value of the pixel which has a lightness value of the 2nd division range is rewritten.

[0011]Thus, whenever it is picturized one by one with the 1st light exposure, the 2nd light exposure, and the -- n-th light exposure, in an image memory, only the lightness value of the pixel which has a lightness value of the 1st division range, the 2nd division range, and the -- n-th division range can rewrite, and repeat execution of the above-mentioned processing is carried out. The picture of the extended dynamic

range is acquired by referring to the value of this image memory at arbitrary time.

[0012]

[Effect of the Invention]As mentioned above, by this invention, the shade image which has the dynamic range to which arbitrary time was expanded can be obtained by providing one image memory to an imaging screen. Therefore, a device can be miniaturized. Since the value of the image memory is serially rewritten for every division range, even if the value of an image memory is referred to at arbitrary time, it can acquire the information on the animation which changes smoothly.

[0013]

[Example]Hereafter, this invention is explained based on a concrete example. In drawing 1, the image sensor 1 is a controllable image sensor by an electrical signal about the storage time of the electric charge generated with a photoelectric conversion mechanism.

Specifically, it is a CCD image sensor with an electronic shutter function from which a two-dimensional picture is acquired.

Therefore, in this example, exposure parameters (light exposure) are given by the storage time of an electronic shutter function. Therefore, in this example, the light exposure control means and the image sensor are incorporated in one as a CCD image sensor. Image formation of the picture is carried out to the acceptance surface of the image sensor by the optical system of the lens etc. which are not illustrated in the case of a camera.

[0014]A/D converter 2 samples the signal level of the analog signal read from the image sensor 1 by a pixel unit, and changes it into digital signal data. The look-up table 3 has memorized beforehand the correction factor for amending the nonlinearity of the image sensor 1 by an optical system.

The digital signal data outputted from A/D converter 2 is inputted, and the digital signal data (digital value) in which nonlinearity was amended is outputted.

[0015]The write-in judging device 4 which constitutes a range setting-out means, a range judging means, and a storage control means, It is a device performed by the method of receiving the digital signal data which the look-up table 3 outputs, and mentioning the judgment of whether to write this in the image memory 6 later about the digital signal data of each of that pixel. When it judges with the data which should be written in, the write-in judging device 4, When the data is changed by the look-up table 5 and given to the data input terminal of the image memory 6, a writing pulse is generated to the image memory 6, and the data is a device written in the image memory 6.

[0016]The look-up table 5 which constitutes a conversion method is constituted so that the result of having multiplied by the magnification based on a light exposure at the time of the image pick-up provided in the inputted digital signal data by the signal from the control device 7 may be outputted. The image memory 6 is a bit map format image memory holding the wide dynamic range image generated by this device. The control device 7 which constitutes an imaging control means mainly controls each exposure time periodically.

It is a device which controls the image sensor 1, the write-in judging device 4, the look-up table 5, etc., and makes the image memory 6 generate a wide dynamic range image.

[0017]This device operates as follows by control of the control device 7. A timing chart is shown in drawing 6 about the case where an image pick-up pixel number is 4x3 pixels. First, the image sensor 1 picturizes by the 1st storage time T1 that determines the 1st light exposure according to the signal which controls accumulation timing with the storage time length outputted from the control device 7. The analog picture signal data obtained by this image pick-up is serially read from the image sensor 1 one by one by a pixel unit by the control signal from the control device 7, and the following processings are performed about these picture element data of a series of.

[0018]The analog picture signal data (video signal) from the image sensor 1 is transmitted to A/D converter 2 one by one, and is changed into digital-signal-data  $D'(x, y)$  by a pixel unit with A/D converter 2 according to the sampling signal outputted from the control device 7. Here,  $(x, y)$  show the coordinates position on the image face of this pixel. Digital-signal-data  $D'(x, y)$  after the A/D conversion outputted from A/D converter 2 is changed into the data  $D(x, y)$  in which it was transmitted to the look-up table 3, and the nonlinearity of the image sensor 1 was amended. The data  $D(x, y)$  in which nonlinearity was amended is transmitted to the write-in judging device 4 from the look-up table 3. The write-in judging device 4 is told that the data transmitted to the write-in judging device 4 is data of the storage time T1 by

the storage time length signal from the control device 7.

[0019]The write-in judging device 4 will judge whether according to the determination timing signal outputted for every pixel, the conditions of  $R_{min}(T1) \leq D(x, y) \leq R_{max}(T1)$  are satisfied from the control device 7, if the data of  $D(x, y)$  is received from the look-up table 3. Here, as shown in drawing 2,  $R_{min}$  and  $R_{max}(T1)$  are values decided corresponding to the image pick of the storage time  $T1$ . That is, it is the minimum and the maximum of the 1st output range of the image sensor 1 corresponding to the 1st light exposure. When judged with the above-mentioned conditions being satisfied in the write-in judging device 4, the data of  $D(x, y)$  is changed by the look-up table 5 so that it may mention later. And in the timing by which the translation data (conversion value) is given to the data input terminal of the image memory 6, the write-in judging device 4 generates a writing pulse to the image memory 6.

[0020]The data  $D(x, y)$  inputted into the write-in judging device 4 is transmitted to the look-up table 5. The look-up table 5 is told that the data transmitted to the look-up table 5 is data of the storage time  $T1$  by the storage time length signal from the control device 7. The look-up table 5 will output the data (conversion value to the 1st division range converted into the reference light exposure) of  $A(T1) \times D(x, y)$  which carried out it  $A(T1)$  double to the data input terminal of the image memory 6, if the data of  $D(x, y)$  is inputted. Here,  $A(T1)$  is a value decided corresponding to the storage time  $T1$ . It is a scale factor for changing the output value of the image sensor 1 into the value (value of the 1st division range) in a standard exposed state.

Synchronizing with the data of  $A(T1) \times D(x, y)$  which exists in the 1st division range being given to the data input terminal of the image memory 6, the memory address which corresponds to the pixel  $(x, y)$  of the image memory 6 from the control device 7 is given to the memory address terminal of the image memory 6. When the data of  $A(T1) \times D(x, y)$  was given to the data input terminal of the image memory 6 and a writing pulse is generated from the write-in judging device 4, this data is written in the address equivalent to the picture element position  $(x, y)$  of the image memory 6.

[0021]After above-mentioned processing finishes about a series of picture element data picturized by the storage time  $T1$  (the 1st light exposure) next, according to the signal which controls the next storage time length and accumulation timing of a control cycle from the control device 7, it picturizes with the image sensor 1 by the 2nd storage time  $T2$  (the 2nd light exposure). The picture acquired by this image pick-up is serially read from the image sensor 1 for every pixel one by one like the case of the image pick-up by the 1st storage time, and the processing same about these picture element data of a series of as the case of the storage time  $T1$  is performed. With however, the storage time length signal which is outputted to the write-in judging device 4 from the control device 7 in the case of the storage time  $T2$ . With that  $R_{min}(T1)$  and  $R_{max}(T1)$  turn into  $R_{min}(T2)$  and  $R_{max}(T2)$  in the write-in judging device 4, and the storage time length signal outputted to the look-up table 5 from the control device 7. It differs from the case where it is the storage time  $T1$  that  $A(T1)$  turns into  $A(T2)$  in the scale factor in the look-up table 5.  $R_{min}(T2)$  and  $R_{max}(T2)$  are the minimums and the maximums of the 2nd output range.  $A(T2)$  is a value decided corresponding to the storage time  $T2$ .

It is a scale factor for changing the output value of the image sensor 1 into the value (value of the 2nd division range) in a standard exposed state.

[0022]By performing the above operation, a wide dynamic range image is generable to the image memory 6. It explains below with the example of how to decide each above-mentioned constant for this principle. In the state after nonlinearity was amended for the output signal of now, for example, an image sensor, by the look-up table 3, a zero level (output of an incident light intensity zero state when noise is disregarded) is 0, and suppose that a saturation level is  $D_{max}$ . And linearity shall be maintained between 0 and  $D_{max}$ . A relation with the storage time  $T1$  and  $T2$  presupposes that it is  $T1 > T2$ . At this time, it is each constant,

[0023]

[Equation 1]

$R_{min} = (T1) 0, R_{max}(T1) = D_{max} - 1, R_{min} = (T2) D_{max} \times T2 / T1, R_{max} = (T2) D_{max}, A(T1) = 1, A(T2) = T1 / T2$

[0024]If it sets, as shown in drawing 2, the picture by which the pixel (dark portion) to which a lightness value exists in the 1st division range was picturized by the storage time  $T1$  (the 1st light exposure) will be used, The picture by which the pixel (bright portion) to which a lightness value exists in the 2nd division range was picturized by the storage time  $T2$  (the 2nd light exposure) will be used, and a wide dynamic range image will be obtained as a result. When the data  $D1$  when it picturizes by the storage time  $T1$  has not reached a saturation level about each pixel  $(x, y)$ , namely, [ (when it exists in the 1st output range) ], It

is the image data (since the 1st light exposure is made into the reference light exposure) of that pixel about this D1. When it pictures by the storage time T2, two are data  $DT1/T$  Doubled, and D1 is taken as the image data of the (it becomes a value of the 2nd division range by converting the output value of the image sensor 1 into the value in a reference light exposure) pixel, when it presupposes that it is a value of the 1st division range and D1 is saturated.  $D2T1/T$  The reason to double is that the sensitivity of the data of D2 is  $T2/T1$  time compared with the data of D1 since the signal output of the image sensor at the time of the same incident light quantity is proportional to storage time in non-saturation here.

[0025] Value  $D_{max}-1$  as used in the above-mentioned formula of  $R_{max}(T1)$  means as big a value as possible in the range to which the image sensor has not reached a saturation level. Since the pixel actually buried by the noise of an image sensor etc., motion of an image pick-up object body, etc. by neither of the pictures of the storage time T1 and T2 may arise, it is preferred to give the field which piles up  $R_{min}(T2)$  a little as a value somewhat smaller than the value shown above, and is put together. How to decide the value of these constants shown here is what showed the fundamental view in this invention, and it is also possible to add various modification easily considered by this.

[0026] When the concrete numerical example of each constant was shown and  $D_{max}=255$  takes  $T1=1/60$  seconds, and  $600 T2=1/$  seconds, it is as an example, [0027]

[Equation 2]

$R_{min}(T1)=0, R_{max}(T1)=254, R_{min}(T2)=25, R_{max}(T2)=255, A(T1)=1, A(T2)=10$  [0028] Carrying out is possible. At this time, in the case of 0 to 254, the data D (x, y) pictured by the storage time T1 (1 / 60 seconds) generates a writing pulse, this data is written in the image memory 6, and when the data D (x, y) is 255, a writing pulse is not generated. The value which the data D (x, y) pictured by the storage time T2 (1 / 600 seconds) did not generate a writing pulse in the case of 0 to 24, but generated the writing pulse in the case of 25 to 255, and increased this data 10 times will be written in an image memory. Therefore, image data with the lightness value of the large dynamic range of 0-2550 is obtained by the image memory.

[0029] Although the above explanation described the operation which obtains a wide dynamic range image by performing a series of operations of the storage time T1, continuing, and performing a series of operations of the storage time T2, it is possible by operating this device as follows to picture a movable matter object and to obtain video.

[0030] That is, it is made to repeat operation as are shown in drawing 7, and a series of operations of the storage time T2 are performed, and a series of operations of the storage time T1 are performed again, and it continues [ a series of operations of the storage time T1 are performed, and ] continuously and a series of operations of the storage time T2 are performed. Then, when a movable matter object etc. are made applicable to an image pick-up, the wide dynamic range image equivalent to it is generated by the image memory 6 as video updated with the time interval which pictures. Therefore, the video signal of an extensive dynamic range can be acquired by arranging the contents of the image memory 6 in parallel with write operation, and reading as a video signal with a video rate. Since rewriting of the contents of the image memory 6 will be stopped where the contents of the image memory 6 at the time are held by suspending the above-mentioned repetitive operation synchronizing with a certain trigger signal at the time, it is also possible to acquire the instantaneous picture as a still picture.

[0031] Although the above explanation explained the case of  $T1>T2$  as an example, when it is  $T1<T2$ , it is said each constant, [Equation 3]

$R_{min}=(T1) D_{max} \times T1/T2, R_{max}=(T1) D_{max}, R_{min}=(T2) 0, R_{max}=(T2) D_{max}-1, A(T1)=T2/T1, A(T2)=1,$

[0032] Then, a good thing is in \*\*. Although storage time was chosen as two kinds, T1 and T2, in the above-mentioned explanation, it is in \*\* by increasing the kind of storage time to three or more kinds that a larger dynamic range picture can be acquired. for example, when storage time is chosen as three kinds, T1, T2, and T3 (the 3rd light exposure) which are mutually different, for example supposing the relation of the storage time T1, T2, and T3 is  $T1>T2>T3$ , it will come, and is shown in drawing 3 — as [0033]

[Equation 4]

$R_{min}=(T1) 0$  and  $R_{max}(T1)=D_{max}-1, R_{min}=(T2) D_{max} \times T2/T1, R_{max}=(T2) D_{max}-1$ , and  $R_{min}(T3)=D_{max} \times T3/T2$ , and  $R_{max}$  It is possible to consider it as  $(T3)=D_{max}, A(T1)=1$ , and  $A(T2)=T1-/T2A(T3)=T1/T3$ . Similarly, it is easy to increase the kind of storage time further or to put in and change the turn. There are not a series of storage time T1, T2, —, the necessity that  $Tn$  is not necessarily different from each other.

[0034] Each output range can also be made for more than a noise level ( $D_{min}$ ) to communalize below on a saturation level ( $D_{max}$ ), as shown in drawing 8. In this case, storage time ( $T1>T2>T3$ ) is set up as follows.

[0035]

[Equation 5]

$T2 = D_{min} \times T1 / D_{max}$   $T3 = D_{min} \times T2 / D_{max}$  [0036] It is also possible by being made to picturize the following storage time in parallel to while processing the data of storage time  $T_i$  as a changed completely type of this example to shorten an image pick-up interval.

[0037] It is also possible as another changed completely type of this example to use control of the light intensity by the transmission quantity of a diaphragm or a filter, the sensitivity control of the image sensor by the other methods, the illumination-light intensity control by a stroboscope, etc. instead of controlling storage time for exposure parameters by the electronic shutter of an image sensor. For example, since the signal output of an image sensor when the incident light quantity to a filter is the same is proportional to the transmissivity of a filter when the transmissivity of light replaces a controllable filter with the electronic shutter of the above-mentioned example and uses it electronically, When the transmissivity of a filter is changed to  $U1$  and  $U2$  and it is  $U1 > U2$ , it is said each constant, [0038]

[Equation 6]

It is possible to determine it as  $R_{min} = (U1) 0$ ,  $R_{max} = (U1) D_{max} - 1$ ,  $R_{min} = (U2) D_{max} \times U2 / U1$ ,  $R_{max} = (U2) D_{max}$ ,  $A(U1) = 1$ , and  $A(U2) = U1 / U2$ .

[0039] An image intensifier can be attached to image sensor anterior part as another changed completely type of this example. By attaching an image intensifier, there is an advantage to which the sensitivity of an imaging device is made to increase. When an image intensifier is attached, control of the storage time by the electronic shutter of an image sensor can be used as the control method of exposure parameters, but it is also possible to use the sensitivity control of an image intensifier as the control method of exposure parameters.

[0040] By it not only multiplying by the constant  $A(T_i)$  by the look-up table 5, but changing the value by a certain function as another changed completely type of this example, after multiplying by the constant  $A(T_i)$ , When compress a bright portion relatively, and using the image memory 6 effectively or carrying out image processing of the contents of the image memory 6, it is also possible to use desirable form. As conventional technology which compresses the concentration level of image data, there is a method of log transforming a concentration level.

[0041] However, there is a problem described below in the conventional method which log transforms a concentration level and is memorized to an image memory. Since the value memorized in a memory is quantized when log transforming a concentration level and memorizing in a memory, the concentration level corresponding to this is also quantized. Since inclination is so large that the graph of the logarithmic function  $\log a$  has [ zero ] near  $a$ , in log transforming a concentration level and memorizing in a memory, the quantization error of a concentration level becomes small, so that a concentration level becomes small. It is thought that the error fixed for causes, such as a noise component of the generating picture signal of an imaging device and a conversion error of an A/D converter, is included in the concentration level itself on the other hand.

[0042] Generally, in the field where a concentration level is large, since the quantization error of a concentration level becomes larger than the error of the concentration level itself, do not produce a problem, but in the field where a concentration level is small. Since the quantization error of a concentration level becomes quite smaller than the error of the concentration level itself, the problem that the bit of a memory will be used effectively arises.

[0043] As a method of solving this problem, it is effective as a function to use  $\text{Log}(Li(x, y) + Lo)$ . Here, a natural logarithmic function and  $Li(x, y)$  express the value which multiplied the data  $D(x, y)$  given to the look-up table 5 by the constant  $A(T_i)$ , and  $\text{Log}$  is  $Li(x, y) = A(T_i) \times D(x, y)$ .  $Lo$  is a positive constant, for example, a series of storage time is  $T1 > T2 > \dots$ . -- It can be referred to as  $Lo = A(T1) \times D_{max} \times T2 / T1$  when it is  $> T_n$ . As for the function  $\text{Log}(a + Lo)$ , although  $a$  is the almost same graphical form as  $\text{Log} a$  in a large field, in the portion near 0, inclination of a graph becomes fixed and inclination of the graph of  $\text{Log} a$  does not become large in  $a$ . Therefore, it can prevent the quantization error of a concentration level becoming smaller than the error of the concentration level itself in the field where a concentration level is small. Therefore, by using this method, the above-mentioned problem is solvable, the bit of an image memory can be saved and the large picture of a dynamic range can be memorized to an image memory. Since it is  $\text{Log} a = \text{Log}_{10} a / \text{Log}_{10} e$  when logarithm is made into  $\text{Log}_{10}$ ,  $\text{Log}_{10}(Li(x, y) + Lo) / \text{Log}_{10} e$  can be used instead of  $\text{Log}(Li(x, y) + Lo)$ . However,  $e$  is a base of a natural logarithm.

[0044] It is possible to constitute A/D converter 2 as another changed completely type of this example, so



that an A/D conversion may be performed in logarithm. For example, since the quantization error of the concentration level in an image memory becomes large as mentioned above in the field where a concentration level is high when carrying out logarithmic transformation and conversion of the above-mentioned  $\text{Log}(L(x, y) + L_o)$  and memorizing a picture to an image memory, The one where the conversion precision of a concentration level in an A/D converter is higher may be low compared with the lower one. then -- in an A/D converter -- logarithm -- by performing an A/D conversion-like, the number of bits of an A/D converter can be used efficiently, and it is effective in the ability to \*\* if the accuracy of the picture acquired with this imaging device is raised using the A/D converter of the same number of bits.

[0045] If the write-in judging device 4 receives the data of  $\text{Log}(D(x, y))$  from the look-up table 3 in this case, it will be judged whether the conditions of  $\text{Log} \leq (R_{\min}(Ti))$   $\text{Log} \leq (D(x, y))$   $\text{Log} (R_{\max}(Ti))$  are satisfied. If the data of  $\text{Log}(D(x, y))$  is inputted, the look-up table 5, The data of  $\text{Log}(A(Ti) \times D(x, y))$  which carried out  $A(Ti)$  double [ of it ], i.e.,  $\text{Log}(D(x, y))$  (the data adding  $\text{Log}(A(Ti))$  is outputted to the data input terminal of the image memory 6.) In changing the above-mentioned  $\text{Log}(A(Ti) \times D(x, y) + L_o)$  and memorizing a picture to an image memory, in the look-up table 5, it also performs simultaneously conversion to  $\text{Log}(A(Ti) \times D(x, y) + L_o)$  from  $\text{Log}(A(Ti) \times D(x, y))$ . Instead of performing an A/D conversion in logarithm so that the above explanation may show easily, It is also possible for it to be made to perform an A/D conversion by the function property of the others that the A/D conversion accuracy of the lower one becomes high compared with the one where a concentration level is higher, and the composition of the write-in judging device 4 and the look-up table 5 which were doubled with it can also be considered easily.

[0046] It is also possible to summarize the look-up table 3, the write-in judging device 4, and the look-up table 5, using known art as another changed completely type of this example, and to place and replace them with one look-up table.

[0047] As another changed completely type of this example, as shown in drawing 4, it is also possible to feed back the contents of the image memory 6 to the write-in judging device 4. By this instead of the write-in judging device 4 controlling the data write to the image memory 6 by existence of a writing pulse, It is also possible to constitute so that the data of the previous state of an image memory may be outputted, when the data is outputted to the look-up table 5 when it judges with the data which should be written in, and that is not right.

[0048] As another changed completely type of this example, as shown in drawing 4, it is also possible to use some bits of the image memory 6 in order to hold a flag, and to feed back these bits to the write-in judging device 4. The pixel buried by no above-mentioned picture by controlling a flag by this is able to prevent from arising.

[0049] The case where an auto iris lens is further attached to an above-mentioned example is explained. Conventionally, control of the auto iris lens was performed by the output signal of the image sensor 1. Namely, so that a diaphragm of an auto iris lens may be extracted, since the intensity of incident light is large when the output signal of the image sensor 1 is large, Since the intensity of incident light was small when the output signal of the image sensor 1 was small, feedback control of the auto iris lens was carried out so that a diaphragm of an auto iris lens might be opened.

[0050] However, in this example, in order to change the sensitivity of the image sensor 1 one by one, the output signal of the image sensor 1 always does not support the intensity of incident light in a similar manner. Therefore, to this example, there is a problem that control of an auto iris lens is difficult, by the conventional method. On the other hand, in this example, said video signal from the image memory 6 is a signal corresponding to the intensity of incident light. Then, the above-mentioned problem is solvable by controlling an auto iris lens by said video signal from the image memory 6 instead of the output signal of the image sensor 1. Since it becomes possible to adjust automatically the light intensity range which can be picturized with this imaging device by attaching an auto iris lens to this example, and controlling as mentioned above, it is effective in the image pick-up of larger light intensity being attained.

[0051] It is possible to set up two kinds of relation between each output range and a division range compensate the joint of a division range mutually as shown in drawing 9, and to use two kinds of this division range by turns as another changed completely type of this example. Exposure time by drawing 9 For example, T1A, T2A, T3A, T1B, T2B, Set it as the order T3B, T1A, T2A, T3A, T1B, T2B, T3B, and --, and it picturizes one by one, corresponding to this -- respectively -- the division range D1A, D2A, D3A, D1B, D2B, D3B, D1A, D2A, D3A, D1B, D2B, D3B, and -- Image data is rewritten. Since the joint of a division range changes by turns by this method, even if the division range mentioned above makes it pile each other up and it lessens a field (or even if you make it pile each other up and it does not take a field)

There is an effect which can prevent the problem that the pixel buried by the noise of an image sensor etc., motion of an image pick-up object body, etc. in neither of the division ranges arises.

[0052] Although the above example showed the case of the picture signal (monochrome picture signal) of one channel, It is possible to obtain a wide dynamic range image in color by applying this invention to each trichromatic picture signal of this color imaging device 1RGB as another changed completely type of this example, using the image sensor which can picturize a color picture as an image sensor, as shown in drawing 5.

[0053] Although this example showed the example which digitizes an analog signal with an A/D converter and processes with a digital signal, it is also possible to have composition which transposed a part or all of these processings to analog signal processing using known art as a changed completely type of this example.

[0054] Although the above example showed the case where a wide dynamic range image was obtained using an imaging device, It is possible to expand the dynamic range of the sensor instead of an image sensor more generally using other sensors which can adjust sensitivity by a sensitivity parameter. In this case, it corresponds to the memory the sensitivity of a sensor is memorized as for the storage time of an image sensor, and sensing information is generally remembered to be as for an image memory.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the composition of the imaging device concerning the 1st concrete example of this invention.

[Drawing 2] The explanatory view showing the relation between each output range and a division range.

[Drawing 3] The explanatory view showing the relation between each output range and a division range.

[Drawing 4] The block diagram showing the composition of the imaging device concerning other examples of this invention.

[Drawing 5] The block diagram showing the composition of the imaging device concerning other examples of this invention.

[Drawing 6] The timing chart which showed the operation timing of each unit in the 1st example.

[Drawing 7] The timing chart which showed the operation timing of each unit in the 1st example.

[Drawing 8] The explanatory view showing the relation of each output range and division range in other examples.

[Drawing 9] The explanatory view showing the relation of each output range and division range in other examples.

### [Description of Notations]

1 -- Image sensor (an image sensor, a light exposure control means)

2 -- A/D converter

4 -- Write-in judging device (a range judging means, a range setting-out means, storage control means)

5 -- Look-up table (conversion method)

6 -- Image memory

7 -- Control device (imaging control means)

---

[Translation done.]

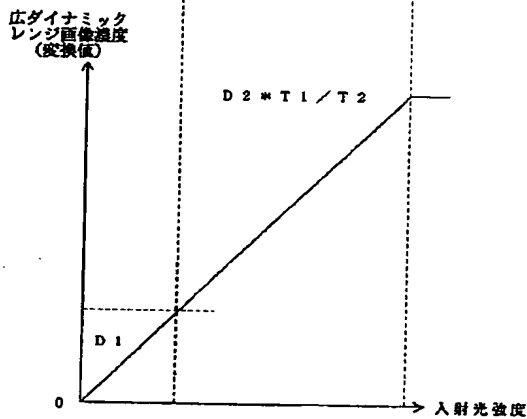
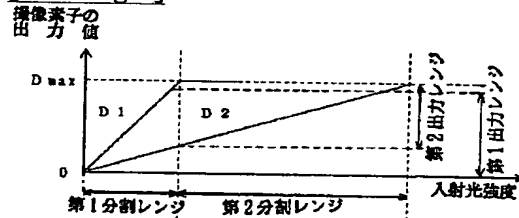
## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

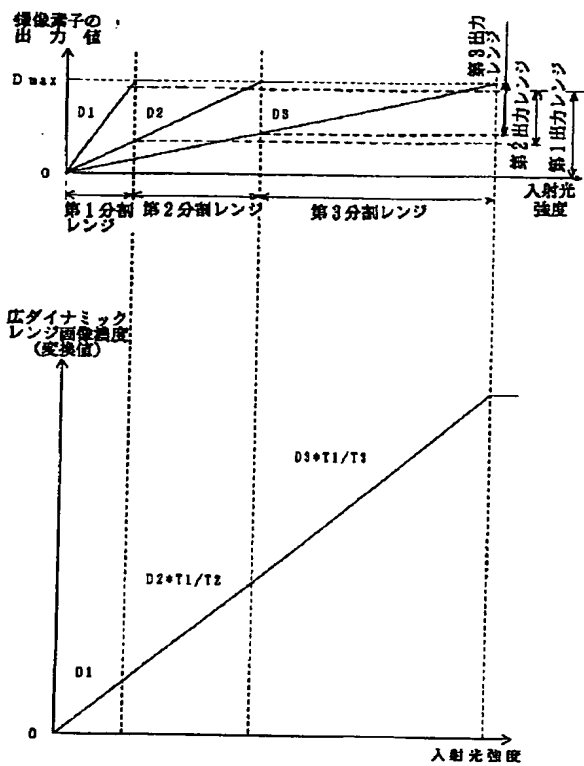
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

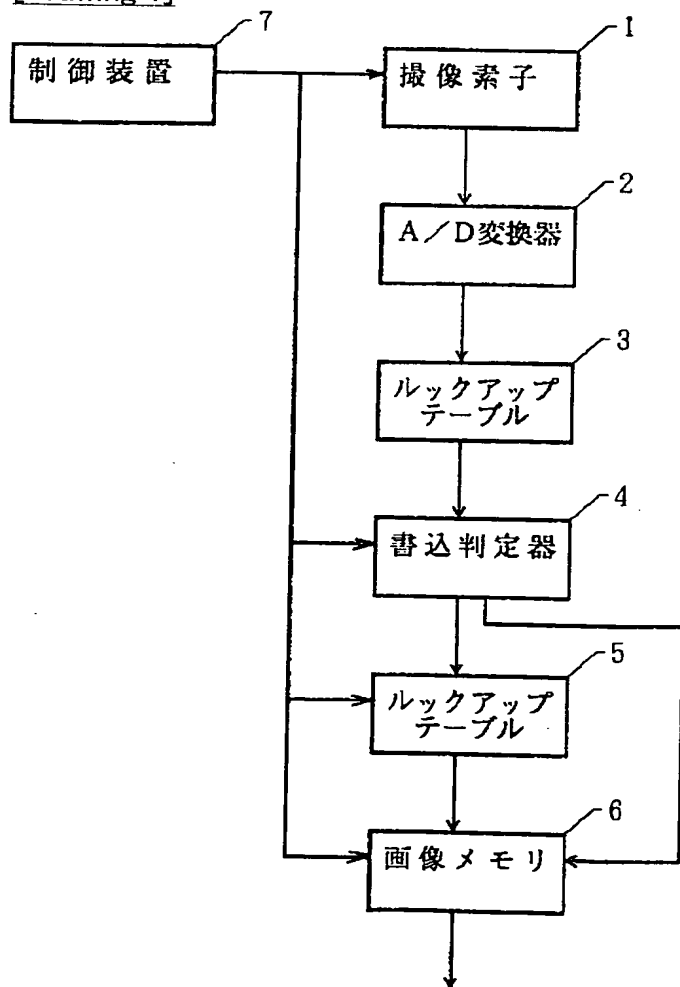
[Drawing 2]



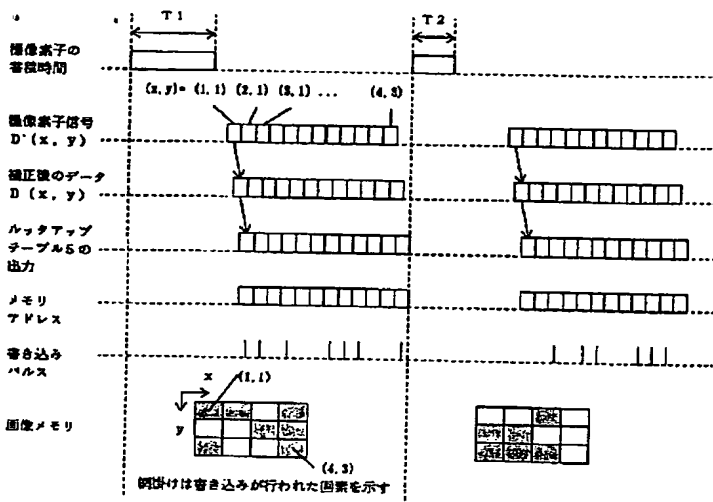
[Drawing 3]



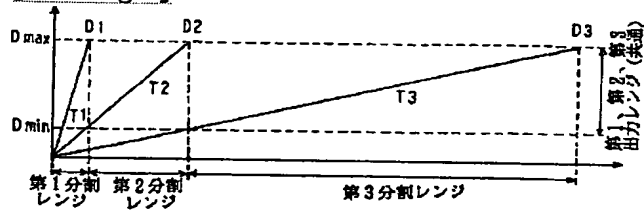
[Drawing 1]



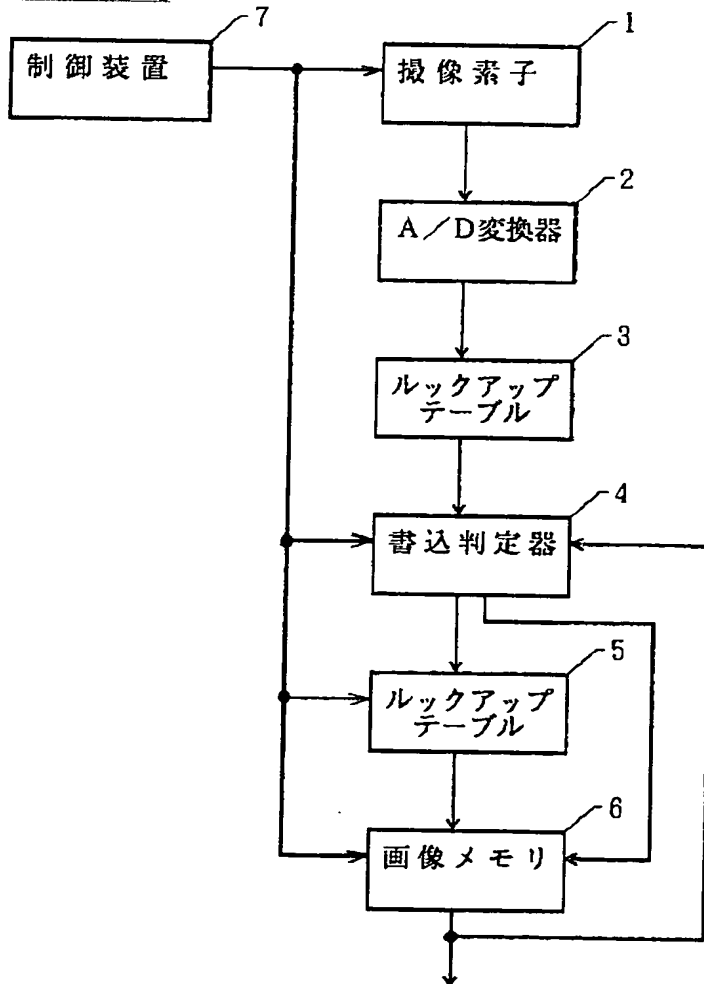
[Drawing 6]



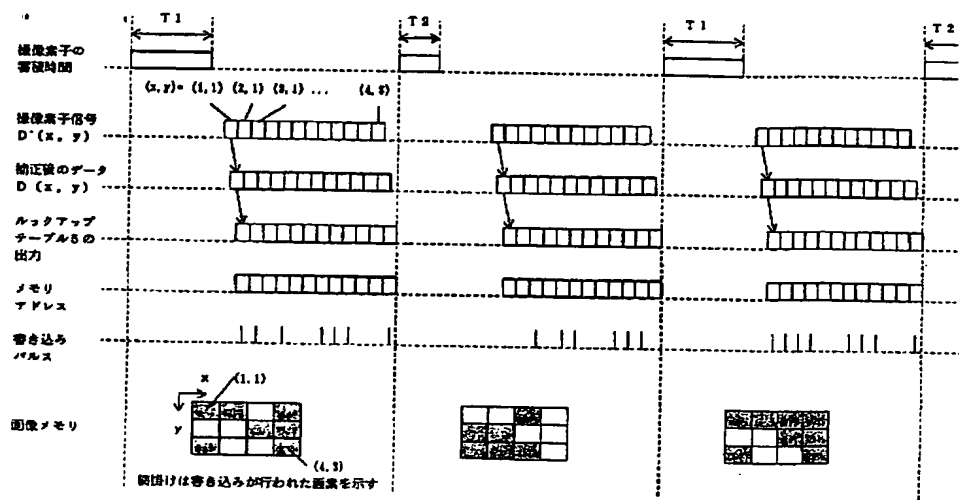
[Drawing 8]



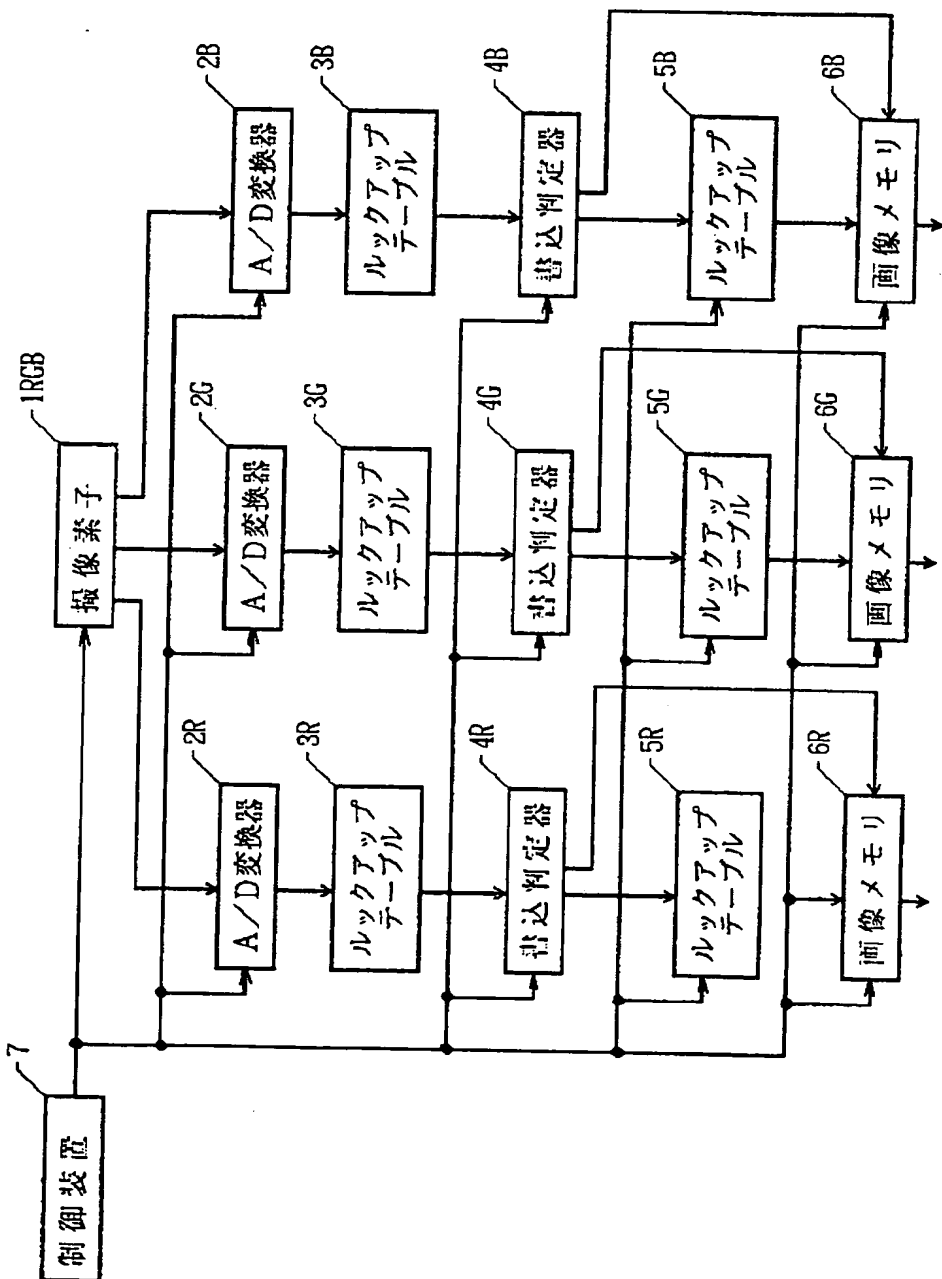
[Drawing 4]



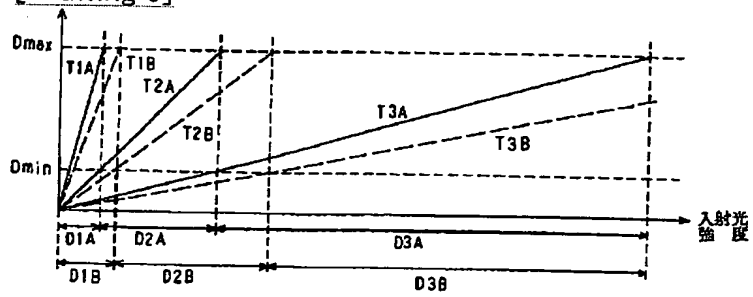
[Drawing 7]



[Drawing 5]



[Drawing 9]



[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-316413

(43)公開日 平成5年(1993)11月26日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 N 5/235  
5/335

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Q

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平4-146404

(22)出願日 平成4年(1992)5月12日

(71)出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(72)発明者 山田 啓一

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 中野 倫明

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 山本 新

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

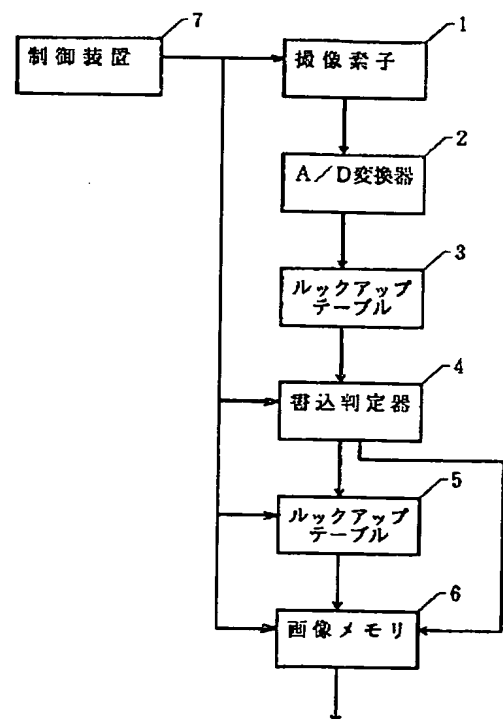
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】 撮像装置

(57)【要約】

【目的】 画像メモリを最小にして画像撮像のダイナミックレンジを拡大する。

【構成】 露光量を少なくとも2段階に制御1し、画像面上の明度値を画素に対応して記憶6し、異なる露光量で順次撮像7し、明度値のダイナミックレンジを明度値の増加順に連続的に分割して得られる各分割レンジを各露光量の減少順に対応させて、各露光量毎に分割レンジ又はその分割レンジに対応する撮像素子の出力レンジを設定4し、A/D変換器2の出力値を撮像時露光量をスケール因子としてその撮像時露光量に対応する分割レンジの中の値に変換5し、A/D変換器から画素毎に出力される出力値又は変換値が、撮像時露光量に対応する出力レンジ又は分割レンジに存在するか否かを判定4し、判定結果が肯定される場合にのみ、変換値を、画像メモリに記憶6する。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体を撮像する撮像素子と、  
前記撮像素子の出力する映像信号を画素毎にサンプリングしてデジタル値に変換するA/D変換器と、  
前記撮像素子の露光量を少なくとも2段階に制御する露光量制御手段と、  
画像面上の明度値を画素に対応して記憶するための画像メモリと、  
前記露光量制御手段及び前記撮像素子を制御して前記物体を段階的に設定された露光量で順次撮像する撮像制御手段と、  
前記明度値のダイナミックレンジを明度値の増加順に連続的に分割して得られる各分割レンジを前記各露光量の減少順に対応させて、前記各露光量毎に前記分割レンジ又はその分割レンジに対応する撮像素子の出力レンジを設定するレンジ設定手段と、  
A/D変換器の前記出力値を撮像時露光量をスケール因子としてその撮像時露光量に対応する分割レンジの中の値に変換する変換手段と、  
前記A/D変換器から画素毎に出力される出力値又は前記変換手段から出力される変換値が、撮像時露光量に対応する出力レンジ又は分割レンジに存在するか否かを判定するレンジ判定手段と、  
前記レンジ判定手段の判定結果が肯定される場合にのみ、前記変換手段により得られた変換値を、前記画像メモリにおいて、その変換値を出力画素に対応するアドレスに記憶する記憶制御手段とを有する撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、撮像素子のダイナミックレンジを拡張させた、ビデオカメラ、電子カメラ等の撮像装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 撮像素子のダイナミックレンジは、一般に出力信号の雑音レベルと飽和レベルとの比で定まる。撮像素子の出力のダイナミックレンジに比べて撮像対象の明度のダイナミックレンジが広い場合には、撮像素子の露光量を調節することが必要となる。この場合は、例えば、照明強度、絞り量、シャッタースピード、フィルターの透過量などの露光量を調節する手段を設け、露光量を多段階に変化させて撮像することにより、撮像素子の出力のダイナミックレンジより広いダイナミックレンジを有した画像を得ることができる。

【0003】 これを実現する従来技術として、例えば、露光パラメータを3段階に変化させて撮像する方法がある。即ち、第1露光パラメータにより撮像を行い、この撮像により得られた第1画像を第1画像メモリに記憶し、次に、第2露光パラメータで撮像を行ない、この撮像により得られた第2画像を第2画像メモリに記憶し、次に、第3露光パラメータで撮像を行ない、この撮像に

2

より得られた第3画像及び第1画像メモリ、第2画像メモリに記憶されている第1画像および第2画像とを組み合わせる事によって広ダイナミックレンジ画像を生成する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、この従来技術では、異なる露光パラメータによって撮像された画像を記憶する必要があるため、（露光パラメータの種類—

1）個の画像メモリが必要となる。よって、装置が大きくなるという問題点があった。又、上記の方式では、1組の露光パラメータの撮像が終了する毎（上記の例では3種の露光パラメータによる撮像が完了した時）に、1つの広ダイナミックレンジ画像が得られる方式であるために、移動物体の撮像に適用した場合には、滑らかな動きを再現するに必要なビデオレート of 広ダイナミックレンジ画像を得ることが困難であるという問題点があった。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための発明の構成は、撮像素子と、A/D変換器と、撮像素子の露光量を少なくとも2段階に制御する露光量制御手段と、画像面上の明度値を画素に対応して記憶するための画像メモリと、露光量制御手段及び撮像素子を制御して物体を段階的に設定された露光量で順次撮像する撮像制御手段と、明度値のダイナミックレンジを明度値の増加順に連続的に分割して得られる各分割レンジを各露光量の減少順に対応させて、各露光量毎に分割レンジ又はその分割レンジに対応する撮像素子の出力レンジを設定するレンジ設定手段と、A/D変換器の出力値を撮像時露光量をスケール因子としてその撮像時露光量に対応する分割レンジの中の値に変換する変換手段と、A/D変換器から画素毎に出力される出力値又は変換手段から出力される変換値が、撮像時露光量に対応する出力レンジ又は分割レンジに存在するか否かを判定するレンジ判定手段と、レンジ判定手段の判定結果が肯定される場合にのみ、変換手段により得られた変換値を、画像メモリにおいて、その変換値を出力画素に対応するアドレスに記憶する記憶制御手段とを設けたことである。

## 【0006】

【作用】 図3に示すように、求める画像の明度値のダイナミックレンジ（拡張されたダイナミックレンジ）を明度値の増加順に連続的に分割して各分割レンジを得る。以下、この順に第1分割レンジ、第2分割レンジ、…と言う。この各分割レンジは明度値の増加順に、露光量の減少順に対応する。以下、露光量を減少順に、第1露光量、第2露光量、…と言う。即ち、第1分割レンジ、第2分割レンジ、…の明度値は、それぞれ、第1露光量、第2露光量、…での撮像画像から求められる。

【0007】 一方、図3に示すように、第1分割レンジ、第2分割レンジ、…に対応して撮像素子の出力レン

50

(3)

3

ジが存在する。以下、この順に、第1出力レンジ、第2出力レンジ、…と言う。分割レンジと出力レンジの対応関係は、一例として、次の関係に設定することができる。第1出力レンジは、撮像素子のノイズレベル（必要とするS/Nが得られる最低の出力信号レベル）以上飽和レベル（完全に飽和した状態と区別できる直線性のある範囲の上限値）とすることができる。この第1出力レンジの値を第1露光量から基準露光量への換算を行った値が第1分割レンジの値に対応する。このようにして、第1分割レンジが決定される。又、第2出力レンジの最大値（一般的には飽和レベル）を第2露光量から基準露光量への換算を行った値が第2分割レンジの最大値に対応し、第2分割レンジの最小値が第1分割レンジの最大値に等しくなるように第2分割レンジが設定される。又、第2出力レンジの最小値は第2分割レンジの最小値を基準露光量から第2露光量に変換した値とする。

【0008】以上の関係に、撮像素子の各出力レンジ、各分割レンジ、各露光量との対応関係を設定することができる。特に、図8に示すように、各出力レンジをノイズレベルから飽和レベルの全範囲に共通化するように、各露光量を設定し、その各露光量と共通化された出力レンジから各分割レンジを設定することもできる。即ち、第2分割レンジ、第3分割レンジ、…の最小値を基準露光量から第2露光量、第3露光量、…に変換した値が出力レンジのノイズレベルとなるように第2露光量、第3露光量、…を決定し、各分割レンジを決定することができる。

【0009】撮像制御手段により例えば、第1露光量、第2露光量、…第n露光量、第1露光量、…のように、各露光量が順次周期的に変化されて、各露光量に対応して撮像される。尚、撮像順序は周期的でなくともよい。A/D変換器から画素毎に順次出力される出力値は、撮像時露光量から基準露光量へ変換される。この変換された値を以下、変換値と言う。

【0010】第1露光量で撮像した場合には、A/D変換器から画素毎に順次出力される出力値又は変換値が第1出力レンジ又は第1分割レンジに存在するか否が判定される。同様に、第2露光量で撮像した場合には、A/D変換器から画素毎に順次出力される出力値又は変換値が第2出力レンジ又は第2分割レンジに存在するか否が判定される。そして、判定結果が肯定的である場合にのみ変換値が出力画素に対応するアドレスの画像メモリに記憶される。即ち、第1露光量で撮像した場合には、画像メモリにおいて、第1分割レンジの明度値を有する画素の明度値のみが書き換えられる。同様に、第2露光量で撮像した場合には、画像メモリにおいて、第2分割レンジの明度値を有する画素の明度値のみが書き換えられる。

【0011】このようにして、第1露光量、第2露光量、…第n露光量で順次撮像される毎に、画像メモリに

4

において、第1分割レンジ、第2分割レンジ、…第n分割レンジの明度値を有する画素の明度値のみが書換えられ、上記の処理が繰り返し実行される。この画像メモリの値を任意時刻で参照することにより、拡張されたダイナミックレンジの画像が得られる。

【0012】

【発明の効果】以上のように、本発明では撮像画面に対して1つの画像メモリを設けることで任意時刻の拡大されたダイナミックレンジを有する濃淡画像を得ることができる。よって、装置を小型化できる。又、画像メモリの値は各分割レンジ毎に時系列的に書き換えられているので、画像メモリの値は任意時刻で参照されても、滑らかに変化する動画の情報を得ることができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1において、撮像素子1は、光電変換機構により発生する電荷の蓄積時間を電気信号によって制御可能な撮像素子であり、具体的には、2次元画像が得られる電子シャッター機能付きのCCD撮像素子である。従って、本実施例では露光パラメータ（露光量）は電子シャッター機能の蓄積時間により与えられる。よって、本実施例では、露光量制御手段と撮像素子はCCD撮像素子として一体的に組み込まれている。尚、カメラの場合には、図示しないレンズ等の光学系によって撮像素子の受光面に画像が結像されている。

【0014】A/D変換器2は、撮像素子1から読み出されたアナログ信号の信号レベルを画素単位でサンプリングしてデジタル信号データに変換するものである。ルックアップテーブル3は、光学系による撮像素子1の非直線性を補正するための補正係数を予め記憶しており、A/D変換器2から出力されるデジタル信号データを入力し、非直線性が補正されたデジタル信号データ（デジタル値）を出力する。

【0015】レンジ設定手段、レンジ判定手段及び記憶制御手段を構成する書込判定器4は、ルックアップテーブル3が出力するデジタル信号データを受取り、その各画素のデジタル信号データについて、これを画像メモリ6に書き込むか否かの判定を後述する方法によって行う装置である。又、書込判定器4は書込むべきデータと判定した場合には、そのデータがルックアップテーブル5で変換されて画像メモリ6のデータ入力端子に与えられた時点において画像メモリ6に対して書込パルスが発生し、そのデータが画像メモリ6に書き込まれるようにする装置である。

【0016】変換手段を構成するルックアップテーブル5は、入力されたデジタル信号データに制御装置7からの信号によって定められる撮像時露光量に基づく倍率を乗じた結果を出力するように構成されている。画像メモリ6は、本装置によって生成される広ダイナミックレンジ画像を保持するビットマップ形式の画像メモリであ

50

5

る。撮像制御手段を構成する制御装置7は、主として各露光時間を周期的に制御するものであり、撮像素子1、書込判定器4、ルックアップテーブル5、等を制御し、広ダイナミックレンジ画像を画像メモリ6に生成させる装置である。

【0017】本装置は制御装置7の制御によって次のように動作する。図6に撮像画素数が $4 \times 3$ 画素の場合についてタイミングチャートを示す。まず、撮像素子1は、制御装置7から出力される蓄積時間長と蓄積タイミングを制御する信号に従って、第1露光量を決定する第1蓄積時間 $T_1$ によって撮像を行う。この撮像で得られたアナログ画像信号データは、制御装置7からの制御信号によって撮像素子1から画素単位で時系列的に順次読み出され、これらの一連の画素データについて以下の処理が行なわれる。

【0018】撮像素子1からのアナログ画像信号データ（映像信号）は順次A/D変換器2に転送され、制御装置7から出力されるサンプリング信号に従ってA/D変換器2で画素単位でデジタル信号データ $D'(x, y)$ に変換される。ここで、 $(x, y)$ はこの画素の画像面上での座標位置を示す。A/D変換器2から出力されるA/D変換後のデジタル信号データ $D'(x, y)$ は、ルックアップテーブル3に転送されて撮像素子1の非直線性が補正されたデータ $D(x, y)$ に変換される。非直線性が補正されたデータ $D(x, y)$ はルックアップテーブル3から書込判定器4に転送される。又、書込判定器4に転送されたデータが蓄積時間 $T_1$ のデータであることが制御装置7からの蓄積時間長信号によって書込判定器4に知らされる。

【0019】書込判定器4は、ルックアップテーブル3から $D(x, y)$ のデータを受け取ると、制御装置7から画素毎に出力される判定タイミング信号に従って、 $R_{\min}(T_1) \leq D(x, y) \leq R_{\max}(T_1)$ の条件が成立するか否かの判定を行なう。ここで、図2に示すように、 $R_{\min}(T_1)$ および $R_{\max}(T_1)$ は、蓄積時間 $T_1$ の撮像画像に対応して決められる値である。即ち、第1露光量に対応する撮像素子1の第1出力レンジの最小値と最大値である。書込判定器4において上記条件が成立すると判定された場合には、後述するように、 $D(x, y)$ のデータがルックアップテーブル5で変換される。そして、その変換データ（変換値）が画像メモリ6のデータ入力端子に与えられるタイミングにおいて書込判定器4は画像メモリ6に対して書込パルスが発生する。

【0020】書込判定器4に入力されたデータ $D(x, y)$ はルックアップテーブル5に転送される。ルックアップテーブル5に転送されたデータが蓄積時間 $T_1$ のデータであることが制御装置7からの蓄積時間長信号によってルックアップテーブル5に知らされる。ルックアップテーブル5は、 $D(x, y)$ のデータが入力される

(4)

6

と、それを $A(T_1)$ 倍した $A(T_1) \times D(x, y)$ のデータ（基準露光量に換算された第1分割レンジへの変換値）を、画像メモリ6のデータ入力端子に出力する。ここで、 $A(T_1)$ は、蓄積時間 $T_1$ に対応して決められる値であり、撮像素子1の出力値を基準露光状態での値（第1分割レンジの値）に変換するためのスケール因子である。又、第1分割レンジに存在する $A(T_1) \times D(x, y)$ のデータが画像メモリ6のデータ入力端子に与えられるのと同期して、制御装置7から画像メモリ6の画素 $(x, y)$ に該当するメモリアドレスが画像メモリ6のメモリアドレス端子に与えられる。 $A(T_1) \times D(x, y)$ のデータが画像メモリ6のデータ入力端子に与えられた時点において、書込判定器4から書込パルスが発生された場合には、このデータは画像メモリ6の画素位置 $(x, y)$ に相当するアドレスに書き込まれる。

【0021】蓄積時間 $T_1$ （第1露光量）で撮像された一連の画素データについて上述の処理が終わると、次に、制御装置7からの次の制御サイクルの蓄積時間長と蓄積タイミングを制御する信号に従って、第2蓄積時間 $T_2$ （第2露光量）によって撮像素子1で撮像を行う。この撮像で得られた画像は第1蓄積時間による撮像の場合と同様に撮像素子1から時系列的に順次画素毎に読み出され、これらの一連の画素データについて蓄積時間 $T_1$ の場合と同様な処理が行なわれる。但し、蓄積時間 $T_2$ の場合は、制御装置7から書込判定器4に出力される蓄積時間長信号によって、書込判定器4において $R_{\min}(T_1)$ と $R_{\max}(T_1)$ が $R_{\min}(T_2)$ と $R_{\max}(T_2)$ になること、および、制御装置7からルックアップテーブル5に出力される蓄積時間長信号によって、ルックアップテーブル5におけるスケール因子が $A(T_1)$ が $A(T_2)$ になることが蓄積時間 $T_1$ の場合と異なる。尚、 $R_{\min}(T_2)$ と $R_{\max}(T_2)$ は第2出力レンジの最小値と最大値である。又、 $A(T_2)$ は、蓄積時間 $T_2$ に対応して決められる値であり、撮像素子1の出力値を基準露光状態での値（第2分割レンジの値）に変換するためのスケール因子である。

【0022】以上の動作を行うことにより、広ダイナミックレンジ画像を画像メモリ6に生成することができる。この原理を前出の各定数の決め方の例とともに以下に説明する。いま、例えば、撮像素子の出力信号が、ルックアップテーブル3によって非直線性が補正された後の状態において、ゼロレベル（雑音を無視した場合の入射光強度ゼロの状態の出力）が0であり、飽和レベルが $D_{\max}$ であるとする。そして、0と $D_{\max}$ の間は直線性が保たれているものとする。また蓄積時間 $T_1$ と $T_2$ との関係が、 $T_1 > T_2$ であるとする。このとき、各定数を、

【0023】

【数1】

(5)

7

$$\begin{aligned}
 R_{\min}(T_1) &= 0, \\
 R_{\max}(T_1) &= D_{\max} - 1, \\
 R_{\min}(T_2) &= D_{\max} \times T_2 / T_1, \\
 R_{\max}(T_2) &= D_{\max}, \\
 A(T_1) &= 1, \\
 A(T_2) &= T_1 / T_2
 \end{aligned}$$

【0024】と定めると、図2に示すように、第1分割レンジに明度値が存在する画素（暗い部分）は蓄積時間  $T_1$ （第1露光量）で撮像された画像が用いられ、第2分割レンジに明度値が存在する画素（明るい部分）は蓄積時間  $T_2$ （第2露光量）で撮像された画像が用いられ、結果的に広ダイナミックレンジ画像が得られることになる。即ち、各画素（ $x, y$ ）について、蓄積時間  $T_1$  で撮像したときのデータ  $D_1$  が飽和レベルに達していない場合には（第1出力レンジに存在する場合）、この  $D_1$  をその画素の画像データ（第1露光量を基準露光量としているので、 $D_1$  は第1分割レンジの値である）とし、 $D_1$  が飽和している場合には蓄積時間  $T_2$  で撮像したときのデータ  $D_2$  を  $T_1 / T_2$  倍して（撮像素子1の出力値を基準露光量での値に換算することにより第2分割レンジの値となる）その画素の画像データとする。ここで  $D_2$  を  $T_1 / T_2$  倍する理由は、同一入射光量のときの撮像素子の信号出力は非飽和状態では蓄積時間に比例するので、 $D_2$  のデータは  $D_1$  のデータに比べて感度が  $T_2 / T_1$  倍になっているからである。

【0025】尚、上記の式において、 $R_{\max}(T_1)$  の値  $D_{\max} - 1$  は、撮像素子が飽和レベルに達していない範囲でなるべく大きな値を意味している。実際には撮像素子等の雑音や、撮像対象物体の動き等によって蓄積時間  $T_1$  と  $T_2$  のどちらの画像によっても埋められない画素が生じる可能性があるので、 $R_{\min}(T_2)$  を上に示した値よりも少し小さい値として若干重ね合わせる領域を持たせることが好ましい。ここで示したこれらの定数の値の決め方は本発明での根本的な考え方を示したもので、これに容易に考えられる色々な変形を加えることも可能である。

【0026】各定数の具体的な数値例を示すと、 $T_1 = 1/60$  秒、 $T_2 = 1/600$  秒、 $D_{\max} = 255$  とした場合、一例として、

【0027】

【数2】

$$\begin{aligned}
 R_{\min}(T_1) &= 0, \\
 R_{\max}(T_1) &= 254, \\
 R_{\min}(T_2) &= 25, \\
 R_{\max}(T_2) &= 255, \\
 A(T_1) &= 1, \\
 A(T_2) &= 10
 \end{aligned}$$

【0028】とすることが可能である。このとき、蓄積時間  $T_1$ （ $1/60$  秒）で撮像したデータ  $D(x, y)$  が0から254の場合には書込パルスを発生してこのデ

8

ータを画像メモリ6に書込み、データ  $D(x, y)$  が255の場合には書込パルスは発生しない。又、蓄積時間  $T_2$ （ $1/600$  秒）で撮像したデータ  $D(x, y)$  が0から24の場合には書込パルスを発生せず、25から255の場合には書込パルスは発生してこのデータを10倍した値を画像メモリに書き込むことになる。従って、画像メモリには、0から2550の広いダイナミックレンジの明度値を有した画像データが得られる。

【0029】以上の説明では、蓄積時間  $T_1$  の一連の動作を行い続いて蓄積時間  $T_2$  の一連の動作を行なうことにより広ダイナミックレンジ画像を得る動作について述べたが、本装置を次のように動作させることにより、移動物体の撮像を行なって動画像を得ることが可能である。

【0030】即ち、図7に示すように、蓄積時間  $T_1$  の一連の動作を行い、続いて蓄積時間  $T_2$  の一連の動作を行い、続いてまた蓄積時間  $T_1$  の一連の動作を行い、また続いて蓄積時間  $T_2$  の一連の動作を行うというように動作を繰り返すようにする。すると、移動物体等を撮像対象とした場合には、それに相当する広ダイナミックレンジ画像が、撮像を行う時間間隔で更新される動画像として画像メモリ6に生成される。従って、画像メモリ6の内容を書込動作と並列してビデオレートでビデオ信号として読出すことにより、広ダイナミックレンジのビデオ信号を得ることができる。又、あるトリガー信号に同期してその時点で上記の繰返し動作を停止することにより、その時点における画像メモリ6の内容が保持された状態で画像メモリ6の内容の書換えが停止されることになるので、その瞬間の画像を静止画像として得ることも可能である。

【0031】以上の説明では、一例として  $T_1 > T_2$  の場合について説明を行ったが、 $T_1 < T_2$  の場合には、前記各定数を、

【数3】

$$\begin{aligned}
 R_{\min}(T_1) &= D_{\max} \times T_1 / T_2, \\
 R_{\max}(T_1) &= D_{\max}, \\
 R_{\min}(T_2) &= 0, \\
 R_{\max}(T_2) &= D_{\max} - 1, \\
 A(T_1) &= T_2 / T_1, \\
 A(T_2) &= 1,
 \end{aligned}$$

【0032】とすれば良いことは明かである。又、上記の説明では、蓄積時間を  $T_1$  と  $T_2$  の2種類に選んだが、蓄積時間の種類を3種類以上に増やすことにより、より広いダイナミックレンジ画像を得ることができることは明かである。例えば、蓄積時間を互いに相異なる  $T_1, T_2, T_3$ （第3露光量）の3種類に選んだ場合には、例えば蓄積時間  $T_1, T_2, T_3$  の関係が、 $T_1 > T_2 > T_3$  であるとするとき、図3に示すように、

【0033】

【数4】

9

$R_{\min}(T_1) = 0,$   
 $R_{\max}(T_1) = D_{\max} - 1,$   
 $R_{\min}(T_2) = D_{\max} \times T_2 / T_1,$   
 $R_{\max}(T_2) = D_{\max} - 1,$   
 $R_{\min}(T_3) = D_{\max} \times T_3 / T_2,$   
 $R_{\max}(T_3) = D_{\max},$   
 $A(T_1) = 1,$   
 $A(T_2) = T_1 / T_2$   
 $A(T_3) = T_1 / T_3$

とすることが可能である。同様にして、蓄積時間の種類をさらに増やすことや、その順番を入れ変えることは容易である。なお、一連の蓄積時間  $T_1, T_2, \dots, T_n$  は必ずしも相異なる必要は無い。

【0034】又、図8に示すように、各出力レンジをノイズレベル ( $D_{\min}$ ) 以上飽和レベル ( $D_{\max}$ ) 以下に共通化させることもできる。この場合には、蓄積時間 ( $T_1 > T_2 > T_3$ ) は次のように設定される。

【0035】

【数5】

$T_2 = D_{\min} \times T_1 / D_{\max}$   
 $T_3 = D_{\min} \times T_2 / D_{\max}$

【0036】又、本実施例の一変形として、蓄積時間  $T_i$  のデータの処理を行っている間に並行して次の蓄積時間の撮像を実施するようにすることにより、撮像間隔を短縮することも可能である。

【0037】又、本実施例の別の一変形として、露光パラメータを撮像素子の電子シャッタによって蓄積時間を制御する代わりに、絞りやフィルタの透過量による光強度の制御、その他の方法による撮像素子の感度制御、ストロボによる照明光強度制御、等を用いることも可能である。例えば、電子的に光の透過率が制御可能なフィルタを前述の実施例の電子シャッタに代えて用いる場合、フィルタへの入射光量が同一のときの撮像素子の信号出力はフィルタの透過率に比例するので、フィルタの透過率を  $U_1$  と  $U_2$  に変化させ、かつ  $U_1 > U_2$  である場合は、前記各定数を、

【0038】

【数6】

$R_{\min}(U_1) = 0,$   
 $R_{\max}(U_1) = D_{\max} - 1,$   
 $R_{\min}(U_2) = D_{\max} \times U_2 / U_1,$   
 $R_{\max}(U_2) = D_{\max},$   
 $A(U_1) = 1,$   
 $A(U_2) = U_1 / U_2$

と定めることが可能である。

【0039】又、本実施例の別の一変形として、撮像素子前部にイメージインテンシファイアを取付けることができる。イメージインテンシファイアを取付けることにより、撮像装置の感度を増加させる利点がある。イメージインテンシファイアを取付けた場合、露光パラメータ

(6)

10

の制御方法として撮像素子の電子シャッタによる蓄積時間の制御を用いることができるが、その他に、露光パラメータの制御方法としてイメージインテンシファイアの感度制御を用いることも可能である。

【0040】又、本実施例の別の一変形として、ルックアップテーブル5で定数  $A(T_i)$  を乗ずるだけではなく、定数  $A(T_i)$  を乗じた後に何らかの関数によってその値を変換することにより、明るい部分を相対的に圧縮して画像メモリ6を有効に利用するようにしたり、画像メモリ6の内容を画像処理する上で好ましい形式にすることも可能である。画像データの濃度レベルを圧縮する従来技術として、濃度レベルを対数変換する方法がある。

【0041】しかし濃度レベルを対数変換して画像メモリに記憶する従来方法には次に述べる問題点がある。濃度レベルを対数変換してメモリに記憶する場合、メモリに記憶する値は量子化されるので、これに対応した濃度レベルも量子化される。対数関数  $\log a$  のグラフは、 $a$  が0に近いほど傾きが大きいので、濃度レベルを対数変換してメモリに記憶する場合には、濃度レベルが小さくなるほど濃度レベルの量子化誤差が小さくなる。一方、濃度レベル自体には、撮像装置の画像出力信号の雑音成分やA/D変換器の変換誤差などの原因のために、一定の誤差が含まれていると考えられる。

【0042】一般的に、濃度レベルの大きい領域では、濃度レベルの量子化誤差は濃度レベル自体の誤差よりも大きくなるために問題は生じないが、濃度レベルの小さい領域では、濃度レベルの量子化誤差が濃度レベル自体の誤差よりもかなり小さくなるために、メモリのビットが有効に利用されないことになるという問題点が生じる。

【0043】この問題点を解決する方法として、関数として、 $\text{Log}(L_i(x, y) + L_o)$  を用いることが有効である。ここで、 $\text{Log}$  は自然対数関数、 $L_i(x, y)$  はルックアップテーブル5に与えられたデータ  $D(x, y)$  に定数  $A(T_i)$  を乗じた値を表し、 $L_i(x, y) = A(T_i) \times D(x, y)$  である。また、 $L_o$  は正の定数であり、例えば一連の蓄積時間が  $T_1 > T_2 > \dots > T_n$  のとき  $L_o = A(T_1) \times D_{\max} \times T_2 / T_1$  とすることができる。関数  $\text{Log}(a + L_o)$  は、 $a$  が大きい領域では  $\text{Log} a$  とほぼ同じグラフ形状であるが、 $a$  が0に近い部分ではグラフの傾きが一定になって  $\text{Log} a$  のグラフの傾きほど大きくならない。従って、濃度レベルが小さい領域で濃度レベルの量子化誤差が濃度レベル自体の誤差より小さくなることを防ぐことができる。従ってこの方法を用いることにより、上記の問題点が解決でき、ダイナミックレンジの広い画像を、画像メモリのビットを節約して画像メモリに記憶することができる。なお、常用対数関数を  $\text{Log}_{10}$  とすると、 $\text{Log} a = \text{Log}_{10} a / \text{Log}_{10} e$  であるので、 $\text{Log}(L_i(x, y))$

(7)

11

+L o) の代わりに  $\text{Log}_{10} (L i (x, y) + L o) / \text{Log}_{10} e$  を用いることができる。ただし  $e$  は自然対数の底である。

【0044】又、本実施例の別の一変形として、A/D変換器2を、対数的にA/D変換を行うように構成することが考えられる。例えば、対数変換や、前述のLog (L i (x, y) + L o) の変換をして画像を画像メモリに記憶する場合、前述のように画像メモリにおける濃度レベルの量子化誤差が濃度レベルの高い領域では大きくなるので、A/D変換器における変換精度は、濃度レベルの高い方は低い方に比べて低くてもよい。そこで、A/D変換器において対数的にA/D変換を行うことにより、A/D変換器のビット数を効率的に利用することができ、同じビット数のA/D変換器を使って、本撮像装置で得られる画像の精度を高めるとができる効果がある。

【0045】尚、この場合、書込判定器4は、ルックアップテーブル3からLog (D (x, y)) のデータを受け取ると、 $\text{Log} (R_{\min} (T i)) \leq \text{Log} (D (x, y)) \leq \text{Log} (R_{\max} (T i))$  の条件が成立するかどうかの判定を行なう。また、ルックアップテーブル5は、Log (D (x, y)) のデータが入力されると、それをA (T i) 倍したLog (A (T i) × D (x, y)) のデータ、すなわちLog ((D (x, y)) にLog (A (T i)) を加算したデータを、画像メモリ6のデータ入力端子に出力する。また、前述のLog (A (T i) × D (x, y) + L o) の変換をして画像を画像メモリに記憶する場合には、ルックアップテーブル5においてLog (A (T i) × D (x, y)) からLog (A (T i) × D (x, y) + L o) への変換も同時に行う。なお、以上の説明から容易に分かるように、対数的にA/D変換を行う代わりに、濃度レベルが高い方に比べ低い方のA/D変換精度が高くなるような他の関数特性でA/D変換を行うようにすることも可能であり、それに合わせた書込判定器4やルックアップテーブル5の構成も容易に考えることができる。

【0046】又、本実施例の別の一変形として、ルックアップテーブル3、書込判定器4、およびルックアップテーブル5を、公知技術を用いてまとめて1つのルックアップテーブルに置き代えることも可能である。

【0047】又、本実施例の別の一変形として、図4に示すように、画像メモリ6の内容を書込判定器4にフィードバックすることも可能である。これにより、書込判定器4が、書込パルスの有無によって画像メモリ6へのデータ書込の制御を行う代わりに、書込むべきデータと判定した場合にはそのデータをルックアップテーブル5に出力し、そうでない場合には画像メモリの前状態のデータを出力するように構成することも可能である。

【0048】又、本実施例の別の一変形として、図4に示すように、画像メモリ6の一部のビットをフラグを保

12

持するために用い、かつこれらのビットを書込判定器4にフィードバックすることも可能である。これにより、フラグを制御することにより、前述のどの画像によっても埋められない画素が生じることを防止することが可能である。

【0049】上述の実施例に、さらにオートアイリスレンズを付ける場合について説明する。従来、オートアイリスレンズの制御は、撮像素子1の出力信号によって行われていた。すなわち、撮像素子1の出力信号が大きい場合には入射光の強度が大きいのでオートアイリスレンズの絞りを絞るように、また、撮像素子1の出力信号が小さい場合には入射光の強度が小さいのでオートアイリスレンズの絞りを開くように、オートアイリスレンズをフィードバック制御した。

【0050】しかし、本実施例では、撮像素子1の感度は順次変化させるために、撮像素子1の出力信号は入射光の強度に常に同じようには対応していない。従って、本実施例に対しては従来方法ではオートアイリスレンズの制御が困難であるという問題がある。一方、本実施例では、画像メモリ6からの前記ビデオ信号は入射光の強度に対応する信号である。そこで、オートアイリスレンズの制御を、撮像素子1の出力信号の代わりに、画像メモリ6からの前記ビデオ信号によって行うことにより、前述の問題点を解決することができる。本実施例にオートアイリスレンズを付けて上述のように制御することにより、本撮像装置で撮像できる光強度範囲を自動的に調節することが可能になるので、より広い光強度の撮像が可能になる効果がある。

【0051】また本実施例の別の一変形として、各出力レンジと分割レンジとの関係を、図9に示すように、分割レンジの継ぎ目を互いに補うように2通り設定し、この2通りの分割レンジを交互に用いるようにすることが可能である。例えば、図9で露光時間をT1A、T2A、T3A、T1B、T2B、T3B、T1A、T2A、T3A、T1B、T2B、T3B、…という順に設定して順次撮像を行い、これに対応してそれぞれ、分割レンジD1A、D2A、D3A、D1B、D2B、D3B、D1A、D2A、D3A、D1B、D2B、D3B、…の画像データを書き換えるようにする。この方法では分割レンジの継ぎ目が交互に変わるので、前述した分割レンジの重ね合わせ領域を少なくとも（または重ね合わせ領域をとらなくても、）撮像素子等の雑音や撮像対象物体の動き等によっていずれの分割レンジによっても埋められない画素が生じるという問題点を防ぐことができる効果がある。

【0052】以上の実施例では1チャンネルの画像信号（モノクロ画像信号）の場合を示したが、本実施例の別の一変形として、撮像素子としてカラー画像を撮像できる撮像素子を用い、例えば図5に示すようにこのカラー撮像素子1 RGB からの3原色の各画像信号に本発明を適

(8)

13

用することにより、カラーの広ダイナミックレンジ画像を得ることが可能である。

【0053】本実施例では、アナログ信号をA/D変換器でデジタル化してデジタル信号により処理を行う例を示したが、本実施例の一変形として、公知技術を用いてこれらの処理の一部または全部をアナログ信号処理に置き換えた構成とすることも可能である。

【0054】以上の実施例では、撮像装置を用いて広ダイナミックレンジ画像を得る場合について示したが、より一般的には、撮像素子の代わりに、感度パラメータによって感度を調節することが可能な他のセンサーを用いて、そのセンサーのダイナミックレンジを拡大することが可能である。この場合、撮像素子の蓄積時間は一般的にはセンサーの感度、画像メモリは一般的にはセンシング情報が記憶されるメモリに対応する。

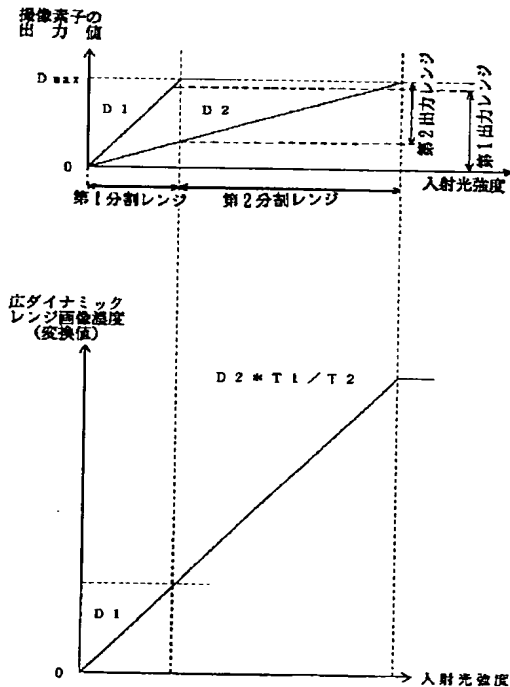
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な第1実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図。

【図2】各出力レンジと分割レンジとの関係を示した説明図。

【図3】各出力レンジと分割レンジとの関係を示した説

【図2】



14

明図。

【図4】本発明の他の実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図。

【図5】本発明の他の実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図。

【図6】第1実施例における各ユニットの動作タイミングを示したタイミングチャート。

【図7】第1実施例における各ユニットの動作タイミングを示したタイミングチャート。

10 【図8】他の実施例における各出力レンジと分割レンジとの関係を示した説明図。

【図9】他の実施例における各出力レンジと分割レンジとの関係を示した説明図。

【符号の説明】

1…撮像素子 (撮像素子、露光量制御手段)

2…A/D変換器

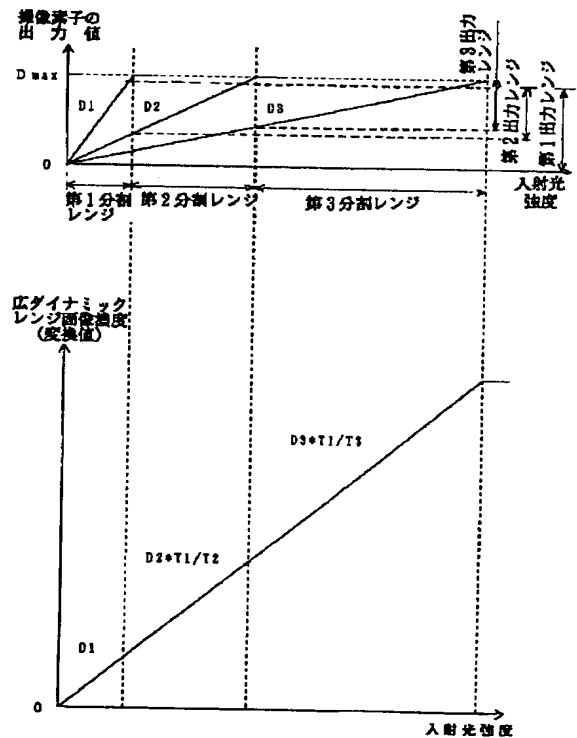
4…書込判定器 (レンジ判定手段、レンジ設定手段、記憶制御手段)

5…ルックアップテーブル (変換手段)

20 6…画像メモリ

7…制御装置 (撮像制御手段)

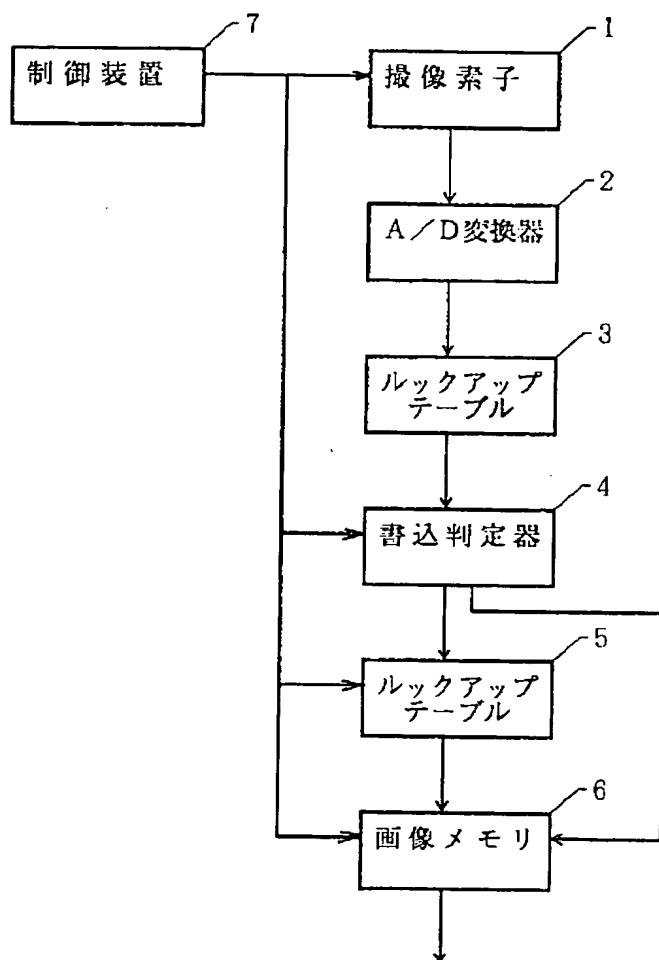
【図3】



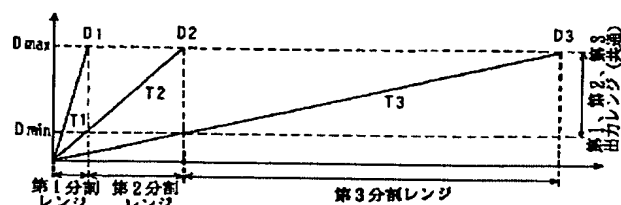


(9)

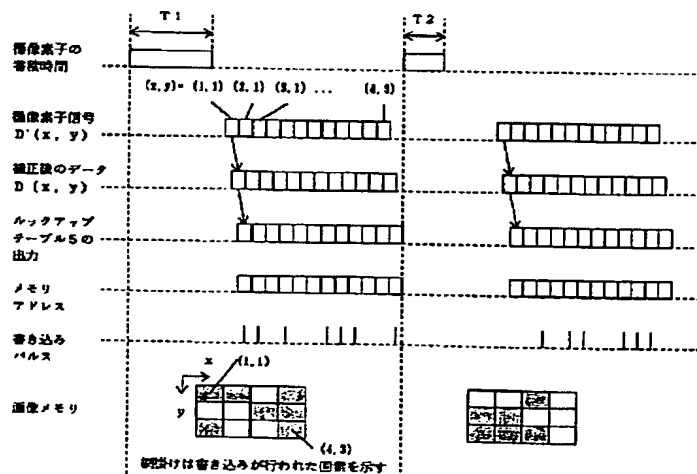
【図1】



【図8】

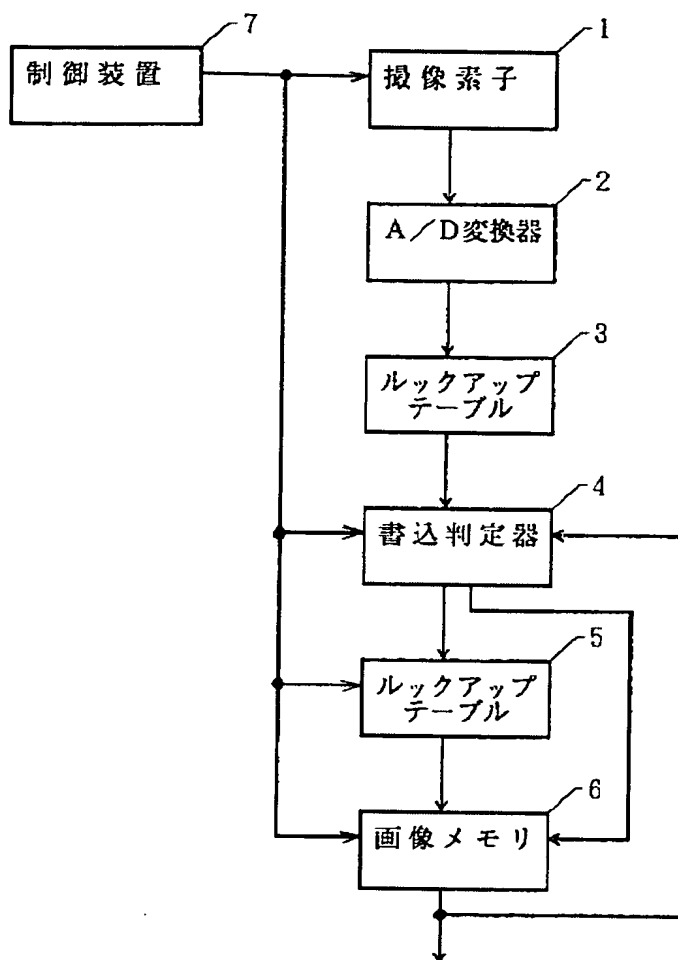


【図6】

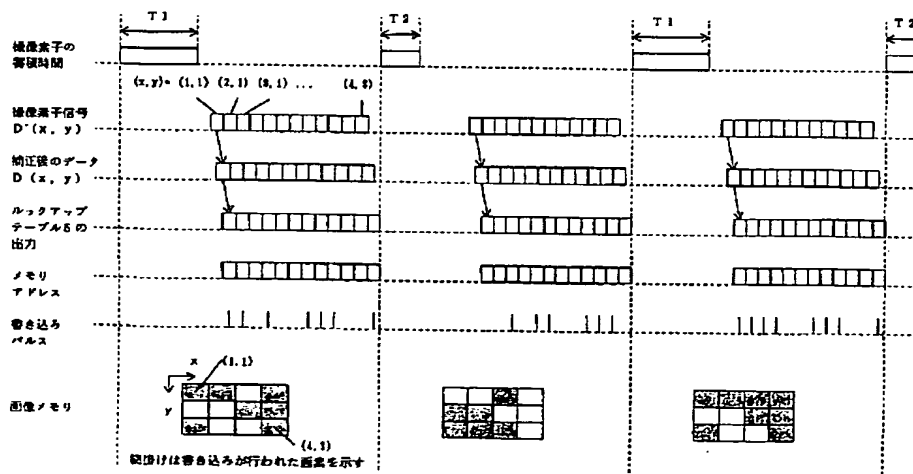


(10)

【図4】

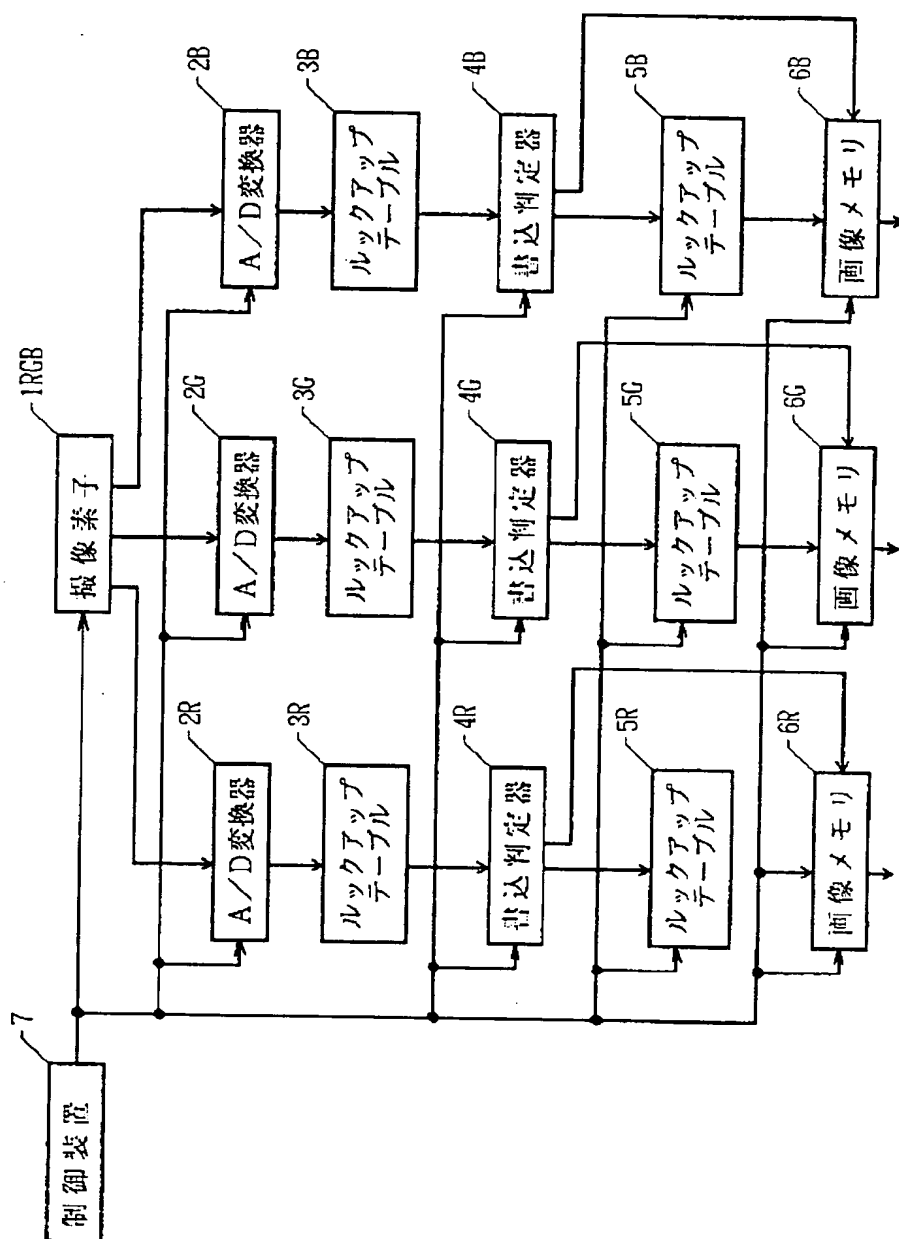


【図7】



(11)

【図5】



(12)

【図9】

